

ARTIGO OPINIÃO

Perfil Muscular do Ombro de Atletas Praticantes de Acções de Lançamento

Pedro Pezarat-Correia¹

Doutorado em Ciências da Motricidade. Faculdade Motricidade Humana - Universidade Técnica de Lisboa ¹
Correspondência para: ppezarat@fmh.utl.pt

Resumo

O principal objectivo do presente artigo é caracterizar o perfil muscular em termos de força/mobilidade dos músculos envolvidos na rotação do ombro em atletas praticantes de acções de lançamento. Os lançamentos constituem uma família de gestos técnicos desportivos muito comum. A grande mobilidade do ombro e a amplitude, intensidade e natureza repetitiva dos seus movimentos nas acções de lançamento aumenta o risco de lesão. Assim, nestes atletas é necessário encontrar um compromisso entre mobilidade e potência no ombro e estabilidade funcional. Por outras palavras, é necessário garantir um equilíbrio adequado entre os músculos rotadores internos e os seus antagonistas, os músculos rotadores externos, principalmente os músculos da coifa dos rotadores. O ratio entre a força de rotação externa e a força de rotação interna (*RE:RI ratio*), medida em dinamómetros isocinéticos, e a amplitude de movimento, medida por goniometria, em atletas de diferentes desportos são apresentados e discutidos. Os valores de *RE:RI ratio* observados no ombro dominante de praticantes de acções de lançamento são normalmente mais baixos que os valores de referência, e isso depende de um aumento da força de rotação interna sem aumentos correspondentes na força de rotação externa. Em relação à amplitude de movimentos, o ombro dominante desses atletas apresenta maior amplitude de rotação externa, e uma redução na amplitude de rotação interna e de rotação total. Essas adaptações predisõem o atleta para instabilidade do ombro e aumentam o risco de lesão. O fortalecimento e o desenvolvimento da capacidade de alongamento destes músculos devem constituir premissas que contribuam para a gestão de um binómio mobilidade/estabilidade articular mais adequado às exigências do ombro de um atleta que repetirá muitas acções de lançar na sua carreira desportiva.

Abstract

The main purpose of this article is to characterize the shoulder rotator muscle profile (the strength/mobility characteristics) in overarm throwing athletes. The overarm throw is a very common pattern in several sports. The great mobility of the shoulder joint and the amplitude, intensity and repetitive nature of its motion in overarm skills lead to a high risk of injury. In these athletes it is necessary to find a compromise between shoulder mobility and power and functional stability. In other words, it is essential to guarantee an adequate balance between the internal rotator muscles accelerating the arm and their antagonists, the external rotator muscles. The ratio between the external and internal rotation force (*RE:RI ratio*), measured through isokinetic dynamometer, and the range of motion (ROM), measured through goniometry, in athletes from different sports, are presented and discussed. The values of *RE:RI ratio* observed in the dominant shoulder of overarm athletes are usually lower, and this is dependent on an increase in the arm internal rotation strength without changes of the same magnitude in the external rotation strength. Concerning the ROM, the dominant shoulder in overarm athletes presents higher ROM of external rotation, and a decrease in the ROM of internal rotation and in the total rotation arc. These adaptations predispose the athlete to shoulder instability and injury. Specific exercises for stretching and strength development of the external rotator muscles are fundamental to the shoulder balance necessary for injury prevention, since these athletes will perform massive repetitions of ballistic movements of shoulder internal rotation during their sport career.

Introdução

O ombro é um complexo articular que engloba a ligação entre o úmero e a omoplata – articulação gleno-umeral – e um conjunto de articulações envolventes que ligam os ossos da cintura escapular (omoplata e clavícula) entre si e ao tórax. Essas articulações envolventes permitem à articulação gleno-umeral, já por si muito móvel, um acréscimo considerável da amplitude dos diferentes movimentos do braço. A grande mobilidade do braço e o

poder dos músculos que aí produzem movimento são factores que determinam um risco acentuado de lesão, nomeadamente no ombro do desportista de modalidades que envolvem acções de lançamento por cima da cabeça, usualmente designadas por lançamentos (*overarm throws*).

Este artigo tem como principal objectivo caracterizar o perfil muscular do desportista, em termos de força/mobilidade dos músculos envolvidos nos movimentos de rotação, com especial incidência nos praticantes de

modalidades com acções de lançamento, que apresentam maior solicitação do ombro, relacionar esse perfil com a probabilidade de desenvolvimento de lesões crónicas e sugerir princípios gerais de prevenção. Para a identificação desse perfil muscular no ombro recorreremos a dados obtidos através de duas formas de avaliação: (1) avaliação isocinética que mede os níveis de força muscular dos músculos rotadores externos *versus* a força dos músculos rotadores internos e (2) avaliação da amplitude de movimentos de rotação do ombro.

O ombro nas Acções de Lançamento

No universo dos movimentos realizados no âmbito desportivo é possível identificar uma família de gestos técnicos que se caracterizam por acções muito rápidas do membro superior em que um objecto é arremessado a uma mão por cima da cabeça. Essas acções – lançamentos – incluem gestos como o serviço e o *smash* no ténis e no badminton, o remate de andebol, o remate de voleibol, o arremesso no baseball ou o lançamento do dardo no atletismo. Apresentam no essencial um conjunto de características comuns como o mesmo padrão gestual, a intervenção dos mesmos grupos musculares e um padrão de coordenação neuromuscular semelhante. Nessa sequência gestual, o ombro desempenha um papel determinante, possibilitando a transferência de energia cinética gerada nos membros inferiores e tronco para o membro superior. Esta função de charneira tem duas consequências: a grande importância da musculatura que acelera o braço no sucesso da acção e o risco de lesão associado com as características do gesto.

As acções de lançamento são assim particularmente exigentes para o ombro, sendo as lesões de sobrecarga (*overuse*) nessa região habituais nos atletas que as praticam. Os dados epidemiológicos realizados nos últimos anos vinte anos indicam que nos tenistas o ombro é a região do membro superior mais afectada (Winge, Jorgensen, Nielsen, 1989; Bylak & Hutchinson, 1998; Kibler & Safran, 2000; Marx, Sperling, Cordasco, 2001; Maquirriain, Ghisi, Amato, 2005). As causas estão relacionadas com a natureza repetitiva e exaustiva dos gestos realizados durante o treino e a competição, com as amplitudes extremas de movimento e a particularidade do braço se elevar acima dos 90°, e com a elevada velocidade de execução implicando

acelerações máximas seguidas de desacelerações bruscas.

A elevada velocidade da aducção horizontal e de rotação interna do braço merecem destaque especial pela importância que apresentam na acção de lançar. Especificamente a rotação interna, movimento cuja aceleração é determinante para o sucesso da acção (Sprigings, Marshall, Elliott, Jennings, 1994; Elliott, Marshall, Noffal, 1995). Para termos uma ideia da velocidade do braço nestas acções de lançamento, refira-se que foram registadas velocidades angulares de rotação interna do braço superiores a 2000°/s no serviço de ténis (Elliott *et al.*, 1995; Fleisig, Nicholls, Elliott, Escamilla, 2003), a 3000°/s (Rash & Shapiro, 1995) ou próximo dos 5000°/s (Fleisig, Escamilla, Andrews, Matsuo, Satterwhite, Barrentine, 1996) no passe do futebol americano, e a 7000°/s no lançamento de baseball (Dillman, Fleisig, Andrews, 1993; Fleisig *et al.*, 1996). A potenciação da capacidade de produzir maiores acelerações no movimento de rotação interna do braço, que se deseja porque tende a beneficiar a execução, pode no entanto induzir desequilíbrios musculares que aumentam a probabilidade de lesão músculo-esquelética. O resultado deste conflito de interesses traduz-se num determinado tipo de relação entre o grupo de músculos agonistas, responsáveis pela aceleração do braço, e o grupo de músculos antagonistas, que asseguram a travagem do movimento.

De facto, os desequilíbrios musculares são um dos factores principais que podem contribuir para o risco de lesão. À partida os rotadores internos do braço são mais numerosos e mais fortes que os rotadores externos. Para dar resposta à necessidade de produzir grande aceleração no braço durante as acções de lançamento, os músculos envolvidos na rotação interna, que intervêm com uma acção de características pliométricas, apresentam grande intensidade de solicitação como foi evidenciado com recurso à electromiografia em diferentes acções de lançamento (Pezarat-Correia, Coutinho, Pimentel, Dias, Fernandes, 2005 a; Escamilla & Andrews, 2009). Essa intensa e repetida solicitação dos músculos rotadores internos do braço tende a acentuar o desequilíbrio entre esses poderosos músculos e os seus antagonistas, os músculos rotadores externos do braço. São estes músculos os responsáveis por desacelerar o movimento durante a fase de terminação, através de uma acção excêntrica (Moynes, Perry, Antonelli, Jobe, 1986; Gowan, Jobe, Tibone, Perry,

Moynes, 1987; Pezarat-Correia *et al.*, 2005 a; Pezarat-Correia, 2006; Escamilla & Andrews, 2009). No caso dos músculos rotadores externos mais pequenos, o infraespinhoso e o pequeno redondo, a sua menor capacidade relativamente aos rotadores internos é particularmente gravosa. Estes músculos, pertencentes à coifa dos rotadores, contribuem para a estabilização dinâmica da articulação gleno-umeral, centrando a cabeça do úmero na cavidade articular da omoplata e evitando a sua translação durante o movimento do braço produzido pela potente contracção dos agonistas do movimento (Blevins, 1997). É portanto fundamental encontrar um bom compromisso entre grande mobilidade e potência no movimento do braço e a estabilidade funcional, compromisso ao qual Wilk se refere como paradoxo do lançador (*thrower's paradox*, Wilk, Meister, Andrews, 2002) e que se traduz num equilíbrio ajustado entre a força de rotação interna do braço e a força de rotação externa.

Contributos da Avaliação Isocinética do Ombro

A avaliação da força isocinética vem sendo usada como uma rotina que permite acompanhar e despistar desequilíbrios musculares no ombro, quantificando o ratio entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos (*ratio RE:RI*). Estudos prévios propuseram que a medição do *ratio RE:RI* pode ser um instrumento útil para identificar desequilíbrios musculares no ombro de atletas (Brown, Nihues, Harrah, Yavorsky, Hirshman, 1988; Wilk, Andrews, Arrigo, Keirns, Erber, 1993; Wilk *et al.*, 2002; Ellenbecker & Mattalino, 1997; Ellenbecker & Roetert, 2003). Esse ratio é normalmente apresentado sob a forma de número racional ou de percentagem, em que 1 ou 100% corresponderiam a forças idênticas nos dois sentidos da rotação. Espera-se naturalmente valores inferiores a 1 e a 100%, dada a menor capacidade que o ser humano naturalmente apresenta no desenvolvimento de força de rotação externa. Optaremos ao longo deste artigo por apresentar o valor de *ratio RE:RI* em percentagem.

Já há mais de duas décadas que Alderink & Kuck (1986) propuseram o intervalo entre 66 e 75% *ratio RE:RI* como aquele que traduz, do ponto de vista teórico, um equilíbrio muscular adequado entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos. Valores fora desse leque têm sido desde então entendidos, por parte dos diferentes investigadores, como potenciais indicadores de ombros mais

susceptíveis de lesão. De facto, alteração desse ratio tem sido verificada em sujeitos com síndromes de conflito/impingement subacromial e instabilidade na articulação escápulo-umeral (Warner, Micheli, Arslanian, Kennedy, Kennedy, 1990; Leroux, Codine, Thomas, Pocholle, Mailhe, & Blotman, 1994) e em atletas de acções de lançar.

Em função da assimetria que caracteriza essas acções, um paradigma muito utilizado para identificar as adaptações no perfil muscular introduzidas pela prática de acções de lançamento, consiste na comparação dos valores de *ratio RE:RI* nos dois ombros de cada sujeito. Dessa forma, um *ratio RE:RI* mais reduzido no ombro dominante foi observado em lançadores de basebol (Hinton, 1988; Wilk *et al.*, 1993, 2002; Codine, Bernard, Pocholle, Benaim, Brun, 1997; Ellenbecker & Mattalino, 1997; Ellenbecker, Roetert, Bailie, Davies, Brown, 2002; Noffal, 2003; Cummins, Messer, Schafer, 2004), jogadores de voleibol (Alfredson, Pietila, Lorentzon, 1998; Wang, Macfarlane, Cochrane, 2000), jogadores de badminton (Ng & Patrick, 2002) e em tenistas (Koziris, Kraemer, Triplett *et al.*, 1991; Chandler, Kibler, Stracener, Ziegler, Pace, 1992; Cohen, Mont, Campbell, Vogelstein, Loewy, 1994; Codine *et al.*, 1997; Ellenbecker & Roetert, 2002, 2003; Gozlan, Bensoussan, Coudreuse *et al.*, 2006). Essa alteração de *ratio RE:RI* deve-se normalmente a valores de força de rotação interna superiores no ombro dominante sem que se verifiquem alterações significativas da força de rotação externa.

Esta tendência adaptativa do ombro dominante ocorre cedo na carreira dos atletas praticantes de acções de lançamento, nomeadamente quando são desportistas de alto rendimento. Essa tendência tem sido evidenciada em atletas portugueses através de um conjunto de estudos que vêm sendo desenvolvidos nos últimos cinco anos na Faculdade de Motricidade Humana, envolvendo atletas dessas e de outras modalidades (Alves, Valamatos, Pezarat-Correia, Valamatos, Pinto, Santos, 2006; Nunes, Pezarat-Correia, Carita, Valamatos, 2007; Pezarat-Correia, Valamatos, Alves *et al.*, 2005 b; Pezarat-Correia, Valamatos, Alves, Santos, 2006; Pezarat-Correia, Valamatos, Alves, Santos, 2007; Ruivo, 2009). Nesses estudos foi utilizado um dinamómetro Biodex Medical System e a avaliação foi realizada com o sujeito sentado, o braço posicionado a 45° de abdução no plano da omoplata e o cotovelo em flexão a 90° (Figura 1). Esta posição é mais confortável, minimizando o stress dos músculos da coifa dos rotadores em

comparação com a avaliação com o braço colocado a 90° de abdução no plano frontal (Greenfield, Donatelli, Wooden, Wilkes, 1990; Kuhlman, Iannotti, Kelly, Riegler,

Gevaert, Ergin, 1992). A rotação do braço foi realizada entre os 15° de rotação interna e os 60° de rotação externa.



Figura 1 – A avaliação da força em dinamómetros isocinéticos tem sido utilizada para determinar o ratio entre a força de rotação externa do braço e a força de rotação interna (*ratio RE:RI*). A comparação do *ratio RE:RI* entre os braços dominante e não dominante tem sido utilizada para avaliar as adaptações verificadas no ombro de atletas praticantes de acções de lançamento

A avaliação da força isocinética em 38 tenistas portugueses de ambos os géneros das selecções nacionais juvenis (14-16 e 16-18), mostrou que a força de rotação interna era superior no braço dominante em relação ao braço não dominante em ambas as velocidades estudadas (60°/s e 180°/s), enquanto os valores de força de rotação externa não variaram ou foram ligeiramente superiores (Pezarat-Correia *et al.*, 2005 b). Em consequência este ombro apresentava menor *ratio RE:RI* (47-61%) em relação ao ombro não-dominante (45-69%).

A confirmação da tendência manifestada no estudo anterior foi feita num estudo posterior em que a análise se centrou exclusivamente em tenistas de um género e de um escalão etário (Nunes *et al.*, 2007). Assim, numa amostra de 32 jogadores masculinos do escalão 16-18 anos (8±3 anos de prática de ténis) foi verificado que o ombro dominante apresentava, em ambas as velocidades estudadas (90 e 180°/s), valores significativamente superiores ao não dominante em praticamente todos os parâmetros de força de rotação, quer interna quer externa. Apesar do braço dominante se mostrar mais forte em ambos os movimentos de rotação, esse incremento era mais acentuado para a rotação interna. Em consequência, os valores médios de *ratio RE:RI* observados no braço dominante (61% a 90°/s, 63% a 180°/s) eram inferiores aos do braço não

dominante (67% em ambas as velocidades). Note-se que em qualquer destes dois estudos realizados com tenistas nacionais os ratios do braço dominante eram inferiores ao intervalo recomendado de 66% a 75%.

Outros atletas que repetem elevado número de acções de lançamento são os jogadores de andebol. A análise electromiográfica do remate e do passe, tipicamente acções de lançamento por cima da cabeça, evidenciam que os músculos envolvidos no movimento do braço apresentam, tal como no serviço de ténis, um padrão agonista-antagonista de inervação recíproca, de características fásicas dando resposta a uma potente aceleração do braço seguida de uma brusca desaceleração (Pezarat-Correia, 2006). A importância da rotação interna do braço no remate de andebol foi realçada por Fleck, Smith, Craib, Denaham, Snow (1992) quando verificaram a existência de uma correlação significativa entre a velocidade de lançamento da bola e a força de três movimentos do membro superior: rotação interna e adução horizontal do braço e extensão do antebraço. Em estudo realizado com 29 andebolistas da selecção nacional 16-18 anos (Pezarat-Correia *et al.*, 2007), estudámos o perfil de força muscular na rotação do ombro em função da posição dos jogadores: guarda-redes, jogadores de segunda linha, que incluíam pivot e pontas, e jogadores de primeira linha, incluindo centrais e laterais. Os

resultados da avaliação isocinética, realizada às velocidades de 90 e 180°/s, não mostraram diferenças significativas nos parâmetros de força do ombro dominante entre os diferentes grupos. O *ratio RE:RI* encontrava-se dentro do intervalo recomendado para todos os grupos, situando-se entre os 66 e os 72%.

O perfil do ombro que se encontra em atletas que praticam acções de lançamento pode também ser encontrado em praticantes de outras modalidades. É o caso dos praticantes de natação, modalidade com grandes volumes de treino e caracterizada por um padrão gestual cíclico onde predominam, na braçada dentro de água, as acções de adução e de rotação interna do braço. Esse padrão gestual, presente na técnica mais utilizada pelos nadadores, o estilo livre, justifica a tendência verificada para um menor *ratio RE:RI* nestes atletas comparativamente a não nadadores (McMaster, Long, Caiozzo, 1992; Rupp, Berninger, Hopf, 1995). Num estudo feito com 31 nadadores da selecção nacional portuguesa (13 femininos, 15-24 anos; 18 masculinos 17-28 anos) não foram encontradas diferenças de força isocinética entre os dois ombros, nas duas velocidades testadas, 60°/s e 180°/s (Alves *et al.*, 2006). Esta ausência de diferenças é natural dada a ausência de assimetria dos gestos técnicos da natação. Os valores de *ratio RE:RI* encontrados, 59-64% nos nadadores e 52-57% nas nadadoras, correspondiam aos valores encontrados na literatura para nadadores e situavam-se claramente abaixo do normalmente encontrado em ombros de não atletas e do valor apontado como referência de um equilíbrio harmonioso.

O polo aquático é uma modalidade que reúne duas das características apontadas anteriormente como potenciais factores de risco: a presença de gestos característicos do estilo livre na natação e de uma acção de lançar por cima da cabeça. São portanto naturais os resultados de McMaster, Long, Caiozzo (1991) que verificou que os jogadores de polo aquático apresentavam um *ratio RE:RI* inferior (55 a 61%) aos sujeitos não atletas de um grupo controlo (65 a 78%). Verificaram também ausência de diferenças significativas entre os dois ombros dos praticantes de polo, o que provavelmente revela a prevalência da adaptação promovida pela prática da natação em relação à acção de lançamento.

Num estudo comparativo com atletas das respectivas selecções nacionais portuguesas do escalão 16-18 anos, tenistas (44-58%) e nadadoras (52-59%)

apresentavam um valor de *ratio RE:RI* menor que as basquetebolistas (69-78%) (Pezarat-Correia *et al.*, 2006). As tenistas eram, dos três grupos as atletas, as que apresentavam *ratio RE:RI* mais baixo e os menores valores de força de rotação externa. As nadadoras apresentavam os valores mais elevados de força de rotação interna. Estes resultados foram observados em ambos os braços e em qualquer das velocidades estudadas (60 e 180°/s). Para além de apresentarem o *ratio RE:RI* mais equilibrado, as basquetebolistas mostravam também uma relação mais simétrica na força de rotação interna entre os dois ombros, perto dos 100%, enquanto as tenistas apresentavam a maior assimetria, com a força de rotação interna do braço não dominante a corresponder a cerca de 92% da força do braço dominante.

Mais recentemente, um estudo realizado com judocas evidenciou também um valor de *ratio RE:RI* mais baixo nestes atletas do que na população em geral (Ruivo, 2009). No estudo em questão foram avaliados 22 judocas do género masculino com idades compreendidas entre 18 e 28 anos e um mínimo de 8 anos de prática da modalidade. Os resultados foram comparados com um grupo controlo constituído por sujeitos não praticantes de judo do mesmo escalão etário. Os judocas registaram valores de força isocinética superiores aos do grupo controlo em ambos os movimentos, rotação interna e rotação externa, e em ambas as velocidades 60°/s e 180°/s. No entanto, porque a diferença entre os dois grupos era bastante mais acentuada quando se comparavam os valores de força de rotação interna, os valores médios de *ratio RE:RI* eram inferiores para os judocas nas duas velocidades angulares, (67% no grupo controlo, 60% nos judocas a 60°/s; 69% no grupo controlo, 63% nos judocas a 180°/s).

Contributos da Avaliação da Amplitude de Movimentos do Ombro

O desequilíbrio verificado em atletas envolvidos em acções de lançar, entre a força de rotação externa e a força de rotação interna da articulação gleno-umeral, tende a ser acompanhada de alteração da amplitude passiva dos movimentos da articulação.

Em relação à amplitude de rotação externa do braço, os resultados dos diferentes estudos não são totalmente coincidentes. Não foram encontradas diferenças entre a amplitude de rotação externa dos dois braços em

estudos realizados com tenistas (Ellenbecker *et al.*, 2002) e com jogadores de voleibol (Wang *et al.*, 2000). No entanto, a maioria dos estudos realizados com tenistas demonstraram maior amplitude de rotação externa no ombro dominante em comparação com o ombro não dominante (Kibler, Chandler, Livingston, Roetert, 1996; Ellenbecker & Roetert, 2002), tendo a mesma tendência sido verificada com lançadores do dardo (Herrington, 1998) e lançadores do baseball (Brown *et al.*, 1988; Bigliani, Codd, Connor, Levine, Littlefield, Hershon, 1997; Crockett, Gross, Wilk *et al.*, 2002). A grande amplitude de rotação externa nestes atletas é expectável e é uma consequência natural da estrutura mecânica das acções de lançar. No final da fase de preparação das acções de lançamento, os atletas colocam o braço numa posição extrema de rotação externa, de forma a potenciar a rotação interna da fase principal. Estudos realizados com tenistas profissionais participantes nos Jogos Olímpicos de 2000 em Sydney (Fleisig *et al.*, 2003; Elliott, Fleisig, Nicholls, Escamilla, 2003) verificaram no final dessa fase uma amplitude de rotação externa de cerca 170°. No entanto, a tendência para os tenistas apresentarem elevada amplitude de rotação externa manifesta-se não apenas no ombro dominante mas também, embora em menor grau, no ombro não dominante (Kibler, Chandler, Uhl, 1989) e essa é, provavelmente, a razão pela qual os estudos atrás mencionados (Ellenbecker *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 2000) não encontraram diferenças significativas entre os dois ombros.

No que concerne à amplitude de rotação interna os diferentes estudos realizados evidenciam um défice de amplitude de rotação interna (Chandler, Kibler, Uhl, Wooten, Kiser, Stone, 1990; Kibler *et al.*, 1996; Ellenbecker *et al.*, 2002; Ellenbecker & Roetert, 2002, 2003) e de rotação total (Chandler *et al.*, 1990; Kibler *et al.*, 1996; Ellenbecker *et al.*, 2002; Ellenbecker & Roetert, 2002). Roetert, Ellenbecker, Brown (2000) verificaram, em tenistas juniores (14 a 17 anos), que a amplitude de rotação interna do ombro dominante aumentava numa primeira fase até aos 16 anos e depois estabilizava ou diminuía. Foi também evidenciada menor amplitude de rotação interna no ombro dominante em jogadores de voleibol (Wang *et al.*, 2000) e lançadores de baseball (Brown *et al.*, 1988; Bigliani *et al.*, 1997; Crockett *et al.*, 2002). Esta perda de amplitude de rotação interna resulta provavelmente do espessamento da porção postero-inferior da cápsula da articulação

gleno-umeral e perda de capacidade de alongamento dos músculos da coifa dos rotadores, o que pode contribuir para *impingement* (Myers, Laudner, Pasquale, Bradley, Lephart, 2006).

O défice de amplitude de rotação interna no braço dominante em comparação com o não dominante vem sendo mencionado como um potencial indicador de desenvolvimento de lesões no ombro. Jobe & Pink (1993) mostraram que a redução de rotação interna do ombro está muito correlacionada com patologia do ombro. Myers *et al.* (2006) propõem que a alteração de amplitude total do movimento se torna problemática quando esse défice excede no ombro dominante o ganho de amplitude de rotação externa, com uma redução da amplitude total de rotação desse ombro. Para Van der Hoeven & Kibler (2006) um défice superior a 10% indica um ombro mais susceptível a lesão.

No já mencionado estudo de Nunes *et al.* (2007), além da força isocinética de rotação do braço, foi também medida, por goniometria, a amplitude dos movimentos de rotação dos ombros em 32 tenistas masculinos portugueses (16-18 anos) (Figura 2). O ombro dominante apresentava em relação ao ombro não dominante maior amplitude de rotação externa ($106^{\circ}\pm 12$ e $100^{\circ}\pm 14$, diferença média de 7°) e menor amplitude de rotação interna ($52^{\circ}\pm 16$ e $66^{\circ}\pm 18$, diferença média de 14°), com uma redução do arco total de rotação (com uma diferença média de 8°). Em seis dos sujeitos testados a redução de amplitude de rotação total do ombro dominante em comparação com o ombro não dominante era superior a 10% e em oito era superior a 19°, o valor médio encontrado por Myers *et al.* (2006) em atletas de acções de lançamento com *impingement*.

Conclusão e Recomendações

O risco de lesão no ombro pode, entre outros factores, ser potenciado por desequilíbrios musculares resultantes da repetição massiva de gestos técnicos. Esses desequilíbrios traduzem-se na alteração da amplitude dos movimentos de rotação do braço e numa redução do valor de *ratio RE:RI*, determinado por avaliação isocinética. Estes dois aspectos são indicadores de um perfil de ombro que caracteriza atletas praticantes de desportos que envolvem acções de lançamento. Os aspectos mais característicos desse perfil são: (1) elevada força de rotação interna do braço sem



Figura 2 – O ombro dominante dos tenistas em comparação com o não-dominante tende a produzir maior amplitude de rotação externa (imagem da direita) e menor amplitude de rotação interna (imagem da esquerda).

capacidade correspondente na força para travar esses movimentos (força de rotação externa do braço); (2) elevada amplitude de rotação externa do braço; (3) reduzida amplitude de rotação interna do braço; (4) redução na amplitude total de rotação do braço. A conjugação destes factores pode estar associada a uma diminuição de estabilidade dinâmica no ombro dos atletas. Os estudos realizados, nomeadamente os produzidos com atletas nacionais, mostram que este perfil se instala cedo, estando já definido antes do atleta abandonar os escalões juvenis, antes do 18 anos.

Para evitar que esse perfil se instale e assuma proporções indesejáveis, os praticantes destas modalidades devem ter uma preocupação permanente com o trabalho de reforço muscular dos músculos rotadores externos do ombro – com especial incidência naqueles que pertencem à coifa dos rotadores, o infra-espinhoso e o pequeno redondo – bem como da sua capacidade de alongamento. Estas preocupações são fundamentais para minimizar o risco de instabilidade dinâmica do ombro dos atletas que praticam lançamentos, onde a velocidade de rotação interna do braço é extremamente elevada. Um desenvolvimento adequado da força e flexibilidade dos músculos rotadores externos pertencentes à coifa dos rotadores é fundamental e deve constituir preocupação desde os escalões juvenis de forma a garantir na carreira futura do atleta um equilíbrio muscular capaz de responder à exigente solicitação do ombro.

Bibliografia

- Alderink, G., Kuck, D. – Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther* (1986); 7: 163-172.
- Alfredson, H., Pietila, T, Lorentzon, R. – Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scand J Med Sci Sports* (1998); 8: 265-270.
- Alves, F., Valamatos, M., Pezarat-Correia, P., Valamatos, M., Pinto, R., and Santos, P. – Isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in elite swimmers. In: Dikic, N., Zivanic, S., Ostojic, S. Tornjanski, Z. ed.. *Book of Abstracts of the 10th Annual Congress of the European Congress of Sport Science*. Belgrado: ECSS; 2005: 172.
- Blevins, F. – Rotator cuff pathology in athletes. *Sports Med* (1997); 24: 205-220.
- Bylak, J., Hutchinson, M. – Common sports injuries in young tennis players. *Sports Med* (1998); 26: 119-132.
- Bigliani, L., Codd, T., Connor, P., Levine, W., Littlefield, M., Hershon, S. – Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med* (1997); 25: 609-613.
- Brown, L., Niehues, S., Harrah, A., Yavorsky, P., Hirshman, H. – Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *Am J Sports Med* (1988); 16: 577-585.
- Chandler, T., Kibler, B., Uhl, T., Wooten, A., Kiser, A., Stone, E. – Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *Am J Sports Med* (1990); 18: 134-136.
- Chandler, T., Kibler, B., Stracener, E., Ziegler, A., Pace, B. – Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *Am J Sports Med* (1992); 20: 455-458.
- Cohen, D., Mont, M., Campbell, K., Vogelstein, B., Loewy, J. – Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *Am J Sports Med* (1994); 22: 746-750.
- Codine, P., Bernard, P., Pocholle, M., Benaim, C., Brun, V. – Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Med Sci Sports Exerc* (1997); 29: 1400-1405.

- Crockett, H., Gross, L., Wilk, K., *et al.* – Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* (2002); 30: 20-26.
- Cummins, C., Messer, T., Schafer, M. – Infraspinatus muscle atrophy in professional baseball players. *Am J Sports Med* (2004); 32: 116-120.
- Dillman, C., Fleisig, G., Andrews, J. – Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther* (1993); 18: 402-08.
- Ellenbecker, T., Mattalino, A. – Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther* (1997); 25: 323-328.
- Ellenbecker, T., Roetert, P., Bailie, D., Davies, G., Brown, S. – Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc* (2002); 34: 2052-2056.
- Ellenbecker, T., Roetert, E. – Effects of a 4-h season on glenohumeral joint rotation strength and range of motion in female tennis players. *J Strength Condit Res* (2002); 16: 92-106.
- Ellenbecker, T., Roetert, E. – Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sci Sport* (2003); 6: 63-70.
- Elliott, B., Marshall, R., Noffal, G. – Contribution of upper limb segment rotations during the power serve in tennis. *J Appl Biomech* (1995); 11: 433-442.
- Elliott, B., Fleisig, G., Nicholls, R., Escamilla, R. – Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *J Sci Med Sci Sport* (2003); 6: 76-87.
- Escamilla, R., Andrews, J. (2009) – Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med* (2009); 39: 569-590.
- Fleisig, G., Escamilla, R., Andrews, J., Matsuo, T., Satterwhite, Y., Barrentine, S. – Kinematic and kinetic comparison between baseball pitching and football passing. *J Appl Biomech* (1996); 12: 207-224.
- Fleisig, G., Nicholls, R., Elliott, B., Escamilla, R. – Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. *Sports Biomech* (2003); 2: 51-71.
- Fleck, S., Smith, S., Craib, M., Denaham, T., Snow, R. – Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *J Appl Sports Sci Res* (1992); 31: 120-124.
- Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J., *et al.* – Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haute niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique: comparaison entre l'épaule dominante et non dominante. *Ann Réadapt Méd Phys* (2006); 49: 8-15.
- Gowan, I., Jobe, F., Tibone, J., Perry, J., Moynes, D. – A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching. *Am J Sports Med* (1987); 15: 586-590.
- Greenfield, B., Donatelli, R., Wooden, M., Wilkes, J. – Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength between the plane of scapula and the frontal plane. *Am J Sports Med* (1990); 18: 124-128.
- Herrington, L. – Gleno-humeral joint: Internal and external rotation range of motion in javelin throwers. *Br J Sports Med* (1998); 32: 226-228.
- Hinton, R. – Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength in high school baseball pitchers. *Am J Sports Med* (1988); 16: 274-279.
- Jobe, F., Pink, M. – Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* (1997); 18: 427-432.
- Kibler, W., Chandler, T., Uhl, T. – A musculoskeletal approach to the preparticipation physical examination: preventing injury and improving performance. *Am J Sports Med* (1989); 17: 525-531.
- Kibler, W., Chandler, T., Livingston, B., Roetert, E. – Shoulder range of motion in elite tennis players – effect of age and years of tournament play. *Am J Sports Med* (1996); 24: 279-285.
- Kibler, W., Safran, M. – Musculoskeletal injuries in the young tennis player. *Clinics Sports Med* (2000); 19: 781-792.
- Koziris, L., Kraemer, W., Triplett, N., *et al.* – Strength imbalances in women tennis players. *Med Sci Sports Exerc* (1991); 23 (Suppl. 5): 253.
- Kuhlman, J., Iannotti, J., Kelly, M., Riegler, F., Gevaert, M., Ergin, T. – Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder. *J Bone Joint Surg* (1992); 74-A: 1320-1333.
- Leroux, J., Codine, P., Thomas, E., Pocholle, M., Mailhe, D., Blotman, F. – Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. *Clin Orthop Rel Res* (1994); 304: 108-115.
- Maquirriain, J., Ghisi, J., Amato, S. – Is tennis a predisposing factor for degenerative shoulder disease? A controlled study in former elite players. *Br J Sports Med* (2005); 40: 447-50.
- Marx, R., Sperling, J., Cordasco, F. – Overuse injuries of the upper extremity in tennis players. *Clinics Sports Med* (2001); 20: 439-451.
- McMaster, W., Long, S., Caiozzo, V. – Shoulder torque changes in swimming athlete. *Am J Sports Med* (1991); 20: 323-327.
- McMaster, W., Long, S., Caiozzo, V. – Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *Am J Sports Med* (1992); 19: 72-75.
- Moynes, D., Perry, J., Antonelli, D., Jobe, F. – Electromyographic and motion analysis of the upper extremity in sports. *Phys Ther* (1986); 66: 1905-1911.
- Myers, J., Laudner, K., Pasquale, M., Bradley, J., Lephart, S. – Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med* (2006); 34: 385-391.
- Ng, G., Patrick, C. – A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton. *J Orthop Sports Phys Ther* (2002); 32: 399-404.

- Noffal, G. – Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med* (2003); 31: 537-541.
- Nunes, A., Pezarat-Correia, P., Carita, I., Valamatos, M. – Isokinetic strength ratios and range of motion of the shoulder rotator muscles in Portuguese male junior (16-18) tennis players. In: Miller, S., Capel-Davies, J. ed. *Tennis Science & Technology 3*. London: ITF; 2007: 153-158.
- Pezarat-Correia, P. – Caracterização electromiográfica dos padrões de coordenação neuromuscular em ações de lançamento: Contributos para a orientação do treino de força. In: Carvalho, C. ed. *Actas do 2º Simpósio Treino e Avaliação de Força e Potência Muscular*. Maia: ISMAI; 2006: 201-212.
- Pezarat-Correia, P., Coutinho, C., Pimentel, P., Dias, V., Fernandes, O. – Timing of neuromuscular activation patterns during flat tennis serve. In: Kallio, J., Komi, P., Komulainen, J., Avela, J. ed.. *Book of Abstracts of the 12th Annual Congress of the European Congress of Sport Science*. Jyväskylä: ECSS; 2005 a: 367.
- Pezarat-Correia, P., Valamatos, M., Alves, F., Valamatos, M., Pinto, R., Nunes, A., Santos, P. – Isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in Portuguese male and female junior tennis players from national teams under 16 and under 18. In: Dikic, N., Zivanic, S., Ostojic, S., Tornjanski, Z. ed.. *Book of Abstracts of the 10th Annual Congress of the European Congress of Sport Science*. Belgrado: ECSS; 2005 b: 279.
- Pezarat-Correia, P., Valamatos, M., Alves F., Santos, P. – Upper limb force parameters in tennis, swimming and basketball elite Portuguese female athletes (16-18). *Med Sci Sports Exerc* (2006); 38 (Suppl. 5): 1610.
- Pezarat-Correia, P., Valamatos, M., Alves F., Santos, P. – Influence of position roles on upper limb force parameters in young male handball players. *Med Sci Sports Exerc* (2007); 39, (Suppl. 5): 1456.
- Rash, G., Shapiro, R. – A three-dimensional dynamic analysis of the quarterback's throwing motion in american football. *J Appl Biomech* (1995); 11: 443-459.
- Roetert, E., Ellenbecker, T., Brown, S. – Shoulder internal and external rotation range of motion in nationally ranked junior tennis players: a longitudinal analysis. *J Strength Condit Res* (2000); 14: 140-143.
- Ruivo, R. – *Caracterização do perfil muscular do ombro e cotovelo do judoca*. (Dissertação de Mestrado). Lisboa: F.M.H.-U.T.L.; 2009.
- Rupp, S., Berninger, K., Hopf, T. – Shoulder Problems in High Level Swimmers: Impingement, Anterior Instability, Muscular Imbalance? *Int J Sports Med* (1995); 16: 557-562.
- Sprigings, E., Marshall, R., Elliott, B., Jennings, L. – A three-dimensional kinematic method for determining the effectiveness of arm segment rotations in producing racquet-head speed. *J Biomech*, (1994); 27: 245-254.
- Van der Hoeven, H., Kibler, W. – Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med* (2006); 40: 435-440.
- Wang, H., Macfarlane, A., Cochrane, T. – Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *Br J Sports Med* (2000); 34: 39-43.
- Warner, J., Micheli, L., Arslanian, L., Kennedy, J., Kennedy, R. – Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingent. *Am J Sports Med* (1990); 18: 366-375.
- Wilk, K., Andrews, J., Arrigo, C., Keirns, M., Erber, D. – The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* (1993); 21: 61-66.
- Wilk, K., Meister, K., Andrews, J. – Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med* (2002); 30: 136-151.
- Winge, S., Jorgensen, U., Nielsen A. – Epidemiology of injuries in Danish championship tennis. *Int J Sports Med* (1989); 10: 368-371.